

DER SÄURE-BASEN-HAUSHALT BEI LUFTWEGSENDOSKOPIEN

Peter WENDLING

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Anaesthesiologie
(Direktor: Professor Dr. R. Frey)

DER SÄURE-BASEN-HAUSHALT BEI LUFTWEGSENDOSKOPIEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von
Peter WENDLING
aus Geisa

Mainz 1971

Dekan: Professor Dr. A. Mayet

Referent: Professor Dr. R. Frey

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Juni 1972



gesamtherstellung
ditters bürodienst
mainz

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung und Problemstellung	1
1. Pathophysiologie des Säure-Basen-Haushalts	
2. Überblick über Methoden und Literatur	
3. Problematik und Ziel der Arbeit	
II. Methodik	6
III. Ergebnisse	8
IV. Statistische Auswertung	18
V. Diskussion	22
VI. Schlußfolgerungen für die Klinik	29
VII. Zusammenfassung	30
VIII. Literaturverzeichnis	31
IX. Tabellenverzeichnis	39
X. Abbildungsverzeichnis	40

I. Einleitung und Problemstellung

Alle im menschlichen Organismus vorkommenden Enzyme benötigen für die Aufrechterhaltung ihrer optimalen Funktionen einen pH-Wert zwischen 7,35 und 7,45 (38, 53). Diese für die vitalen Funktionen unentbehrlichen H^+ -Konzentrationen werden durch drei Regulationsvorgänge im Normbereich gehalten (38, 53, 3):

1. durch Pufferung in der Zelle und im Extrazellulärraum,
2. durch pulmonale Regulation,
3. durch renale Regulation.

Der wichtigste Puffer ist das Bicarbonat-System (38, 54). Der Pufferungsvorgang wird durch die Henderson-Hasselbalch-Gleichung deutlich: $pH = pK + \log \frac{[Salz]}{[Säure]}$. Die pulmonale Regulation besteht in einer vermehrten bzw. verminderten Abgabe von CO_2 . Die Niere reguliert durch vermehrte bzw. verminderte Ausscheidung von sauren oder alkalischen Valenzen. Die Regulation des Säure-Basen-Haushalts unter normalen Bedingungen läßt sich in Abwandlung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung so darstellen: $pH = pK + \frac{Niere}{Lunge}$ (38). Die Entgleisungen des Säure-Basen-Haushalts aus respiratorischen oder metabolischen Gründen bezeichnet man als Acidose bzw. Alkalose. Die Störung ist kompensiert, wenn der pH-Wert im physiologischen Bereich gehalten wird und dekompensiert, wenn er diesen verläßt (38, 53).

Die Wichtigkeit des Bicarbonat-Puffersystems beruht auf der Flüchtigkeit der schwachen Säure und hängt damit in hohem Maße von der Lungenfunktion ab (25).

Die Bedeutung einer ausreichenden Ventilation wird deutlich, wenn man bedenkt, daß die tägliche Stoffwechselbilanz - als potentielle H^+ -Bilanz auf freie H^+ umgerechnet - etwa 100 mval H^+ für die Ausscheidung im Harn und - wieder auf freie

H^+ umgerechnet - 20 000 mval H^+ für die CO_2 -Abgabe über die Respiration entspricht (3, 25).

Patienten, die zur Luftwegsendsoskopie kommen, sind oft im fortgeschrittenen Alter (Abb. 1) und stellen pulmonale Risikofälle dar (3, 68). So kommt der Beatmung während der Endoskopie im Hinblick auf den Säure-Basen-Haushalt eine große Bedeutung zu.

Die Geschichte der Luftwegsendsoskopie reicht bis in Jahr 1898 zurück. Damals beschrieb Killian (37) erstmals die Bronchoskopie in Lokalanaesthesie zur Fremdkörperentfernung. 1950 erschienen die Arbeiten von Reckless (52) und Herron (28) über Luftwegsendskopien bei narkotisierten und relaxierten Patienten unter gleichzeitiger manueller Beatmung. Churchill-Davidson (14) führte einen Tubus in das Endoskop ein, durch den der Patient dann beatmet wurde. Eigentliche Beachtung fand allerdings erst die Veröffentlichung von Muendnich und Hoflehner (46). Diese Autoren stellten ein modifiziertes Beatmungsbronchoskop vor und befürworteten die Anwendung von Succinylcholin.

In den folgenden Jahren wurden zahlreiche Abwandlungen des Instrumentariums (35) und der Narkoseformen diskutiert. Im wesentlichen können heute folgende Methoden unterschieden werden:

Die Anwendung eines sogenannten Kürass-Respirators, bei dem durch mechanische Dekomprimierung des Thorax beatmet wird, wurde von Helprin (27), Green (23), Pinkerton (50) und anderen Autoren (4, 21, 26, 57) ausführlich beschrieben. Auf die Gefahren dieser Methode hat Safar (59) hingewiesen.

Kwon (39) und Iselin (31) lieferten Beiträge zur Luftwegsendsoskopie in Lokalanaesthesie.

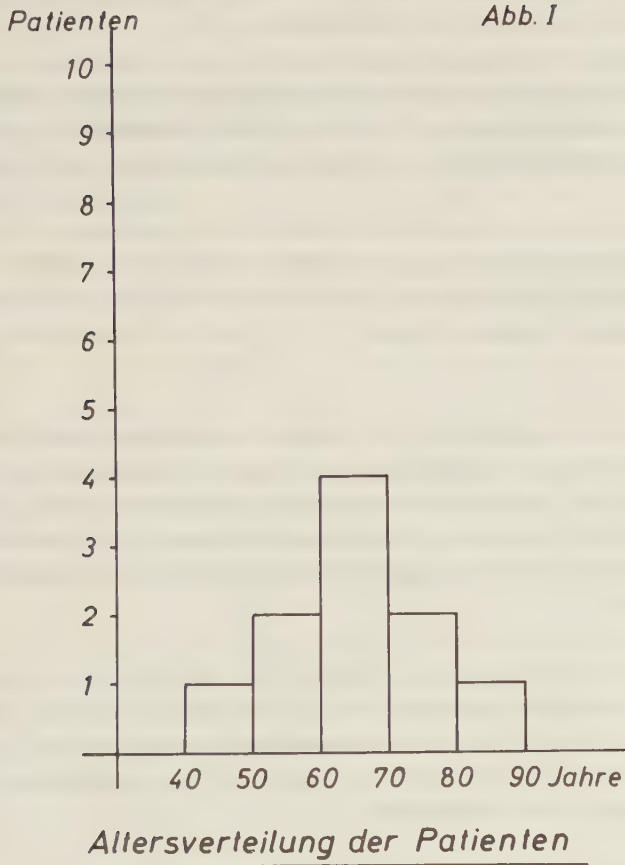


Abb. 1

Die "apneic oxygenation" wurde in sehr zahlreichen Veröffentlichungen u.a. von Cheatle (12), Andersen (1), Eger (15), Frumin (19), Gordon (22), Holmdahl (29, 30), Boulton (7) und Payne (48) ausführlich diskutiert.

Die Luftwegsendsoskopie in Neuroleptanaesthesie unter Spontanatmung wird von Ferrari (18), Zecca (69), Grimaud (24) und Thuries (66) befürwortet.

Seit der Veröffentlichung von Muendnich und Hoflehner (46) hat die Beatmungsendsoskopie, entweder durch das Endoskop (8, 17, 47, 65) oder durch einen gleichzeitig mit dem Endoskop in der Trachea liegenden Tubus (6, 37) weite Verbreitung gefunden.

1967 wurde von Sanders (60) ein neues Beatmungsendoskop nach dem Venturi-Prinzip entwickelt, das auch von anderen Autoren (9, 20, 44, 64), teilweise modifiziert, angewandt wird. Dieses nach Sanders benannte Injektionssystem hat den Vorteil, daß der Patient auch bei geöffnetem Endoskopfenster beatmet werden kann.

Wie Vergleichsuntersuchungen zeigen (45, 49, 51), sind die verschiedenen Methoden im Hinblick auf das Risiko und die Annehmlichkeit für den Patienten durchaus nicht gleichwertig. In der Diskussion wird auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden ausführlich eingegangen.

Bei allen Luftwegsendskopen ist die Gewährleistung einer ausreichenden alveolären Ventilation eines der Hauptprobleme. Abgesehen von einer ausreichenden Sauerstoffversorgung gilt dies vor allem für die klinisch schwer erfaßbare CO_2 -Elimination. Insuffiziente CO_2 -Ausscheidung führt zur Hyperkapnie und somit zu einer Störung des Säure-Basen-Haushalts. Entgleisun-

gen des Säure-Basen-Haushalts und die damit unter Umständen verbundenen Blutdruckschwankungen stellen eine große Gefährdung des Patienten dar.

In dieser Arbeit sollen die Veränderungen des Säure-Basen-Haushalts bei der an den Mainzer Universitätskliniken vom Institut für Anaesthesiologie und der Hals-, Nasen- und Ohrenklinik durchgeführten Methode der Luftwegsendsoskopie untersucht werden.

II. Methodik:

Die Untersuchungen wurden an zehn männlichen Patienten im Alter von 47 bis 82 Jahren vorgenommen (Abb. 1).

Sieben Patienten wurden laryngoskopierte, drei Patienten bronchoskopierte. Für die Bronchoskopien wurde ein 400 x 8 mm Ventilationsbronchoskop der Firma Storz benutzt, für die Laryngoskopie ein sonst völlig gleiches kleineres Modell desselben Herstellers mit den Maßen 250 x 9 mm.

Die Prämedikation bestand aus einer intramuskulären Injektion von Atosil, Dolantin und Atropin. Fünf Patienten erhielten kein Atosil.

Vor der Narkose atmeten die Patienten fünf Minuten reinen Sauerstoff über eine Maske. Die Narkose wurde mit Trapanal eingeleitet und durch fraktionierte Gaben dieses Thiobarbiturats unterhalten. Als Muskelrelaxans wurde Succinylcholin verwandt. Während des endoskopischen Eingriffs wurden die Patienten durch das Endoskop mit reinem Sauerstoff (6 - 12 l/min.) manuell beatmet. Während der Manipulation des Endoskopisten - Spülen, Absaugen, Probeexzision usw. - konnte nicht beatmet werden. Während der letzten vier Minuten der Endoskopie wurde ohne jegliche Manipulation bei geschlossenem Endoskopfenster beatmet.

Die Parameter des Säure-Basen-Haushalts wurden im arterialisierten Kapillarblut der hyperämisierten Fingerbeere analysiert. Die Blutproben wurden zu folgenden Zeiten entnommen:

1. vor der Narkose (nach der Prämedikation),
2. kurz vor Ende des Eingriffs,
3. vier Minuten nach Ende des Eingriffs bei Beatmung durch das Endoskop.

Die analytischen Bestimmungen wurden unmittelbar nach Entnahme des Blutes mit Instrumenten der Fa. Radiometer, Kopenhagen, durchgeführt (63).

Bestimmt wurden: PaCO_2 , Basenüberschuß, Pufferbasen, Standardbicarbonat, aktuelles Bicarbonat, Gesamt- CO_2 -Gehalt und der aktuelle pH-Wert. Der arterielle Blutdruck am linken Oberarm wurde alle 3 Minuten nach Riva-Rocci gemessen, außerdem während der Blutentnahme.

Die statistische Auswertung der gemessenen Werte erfolgte nach dem Friedman-Test und dem multiplen Paarvergleich nach Wilcoxon und Wilcox.

III. Ergebnisse:

Die erhaltenen Meßwerte sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Tabelle 2 zeigt die Mittelwerte, Standardabweichungen, Varianzen und Konfidenzbereiche.

Die Endoskopiedauer - die Zeit vom Einführen des Endoskops bis zur Herausnahme - schwankte zwischen 9 und 24 Minuten (Abb. 2). Die Gesamtapnoezeiten lagen zwischen 30 und 220 sec. Die einzelne Apnoephase wurde auf maximal 45 Sekunden begrenzt.

Bei drei Patienten fällt eine Erhöhung des Standardbicarbonats und des Basenüberschusses der Ausgangswerte auf. Der PaCO_2 war bei diesen Patienten erhöht. Der pH-Wert lag in drei Fällen geringfügig über der Normgrenze.

Zum zweiten Entnahmezeitpunkt zeigten sich Veränderungen der PaCO_2 -, der aktuellen Bicarbonat-, der Gesamt- CO_2 - und der pH-Werte. Bei allen Patienten kam es zu einem deutlichen Anstieg des PaCO_2 , im Durchschnitt um 18,95 Torr (1,76 Torr/min.). Die aktuellen Bicarbonat- bzw. Gesamt- CO_2 -Werte stiegen im Mittel um 3,68 mval/l bzw. 4,27 mval/l an, und der pH-Wert fiel um durchschnittlich 0,1 Einheiten ab. Bei fünf Patienten nahm der PaCO_2 um über 25 Torr zu. Der maximale aktuelle Bicarbonat-Anstieg lag bei 8 mval/l; der größte pH-Abfall betrug 0,18 Einheiten. Bei zwei Patienten trat ein geringer Abfall des aktuellen Bicarbonats und des Gesamt- CO_2 ein. Die Blutgasanalysen dieser Patienten zeigten vor dem Eingriff eine kompensierte respiratorische Acidose.

Basenüberschuß, Pufferbasen und Standardbicarbonat waren statistisch nicht auffällig verändert. Der Standardbicarbonat-Wert wies eine fallende Tendenz mit einem maximalen Abfall von 2,6 mval/l auf.

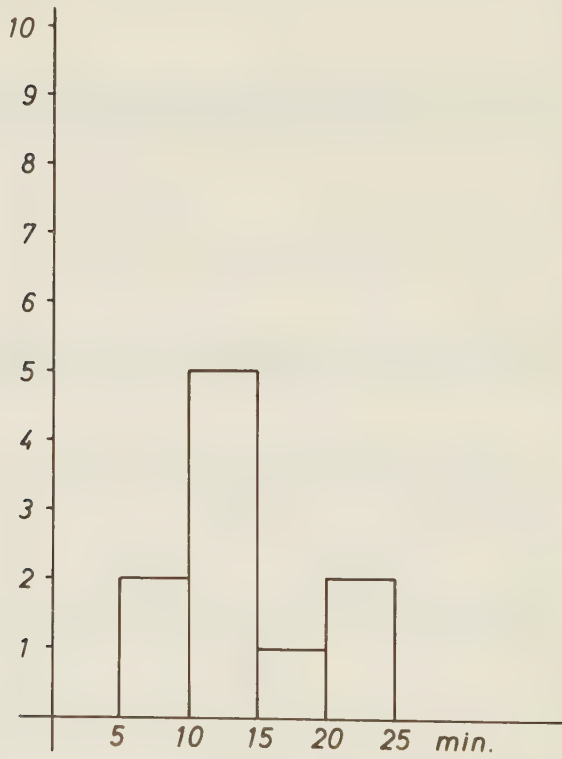
Tab. 1: Die einzelnen Meßwerte zu den drei Zeitpunkten.

Blut- druck Syst./diast. (mm Hg)	PaCO ₂ (Torr)	Basen- über- schuß (mval/l)	Puffer- basen (mval/l)	Stan- dard- bic. (mval/l)	aktuel- les Bi- carbonat (mval/l)	Gesamt- CO ₂ (mval/l)	aktueller pH-Wert (Einheiten)	Zeit- punkte 1)
Pat. 1	160/100	36	+2	49,5	26	26,5	7,46	1.
	150/100	67,2	+2,1	54,6	25,2	35,5	7,31	2.
	130/85	62	+2,2	52,5	26	33,5	7,32	3.
Pat. 2	120/70	42	+1	51	25	26,7	7,40	1.
	240/140	55	+1,3	52	25,5	30,7	7,34	2.
	230/140	42	+1	51	25	26,7	7,40	3.
Pat. 3	200/120	33,7	-2,8	47,1	22	21,5	7,40	1.
	210/120	59	-3,5	49,1	20,5	28,3	7,27	2.
	190/110	34	-2,8	48,2	22,5	21,5	7,40	3.
Pat. 4	100/50	42	0	49,5	24,5	26	7,38	1.
	150/90	54	+1,5	53	25,7	30,6	7,35	2.
	150/90	45	+1,5	53	27,7	28	7,39	3.
Pat. 5	160/85	33	+1,1	53	25,3	24	7,46	1.
	200/100	63	0	49	24,5	31	7,28	2.
	150/110	49,5	0	51	24,5	28	7,35	3.
Pat. 6	130/80	40	0	51	24,5	25,7	7,40	1.
	180/90	48	-0,2	49	24,3	27,4	7,35	2.
	150/85	35	-0,5	57	21	20,6	7,35	3.
Pat. 7	140/80	51	+4,8	47,3	28,6	31	7,37	1.
	165,100	62,5	+3	44,5	27	30,4	7,27	2.
	180/100	60	+3	45,3	27,2	30,8	7,30	3.
Pat. 8	150/90	45,5	+7	55	31	32	7,46	1.
	190/100	50	+4,8	57	28,4	33,4	7,41	2.
	180/100	35,5	+4,5	55	28	32,5	7,49	3.
Pat. 9	130/70	43,5	+4,5	44,5	28,5	30	7,43	1.
	150/85	71	+3	47,4	27	31	7,25	2.
	150/85	52	+4,5	44,5	28,5	33,2	7,36	3.
Pat.10	130/60	43,5	+2,2	53	26,2	28,3	7,41	1.
	200/100	70	+3,2	53	27	36,1	7,30	2.
	200/100	62	+2	52,5	26	33,4	7,32	3.

1) Definition der Zeitpunkte, siehe S. 5.

Patienten

Abb. II



Verteilung der Endoskopiedauer

Tab. 2: Mittelwerte, Standardabweichungen, Varianzen und Konfidenzbereiche der gemessenen Werte zu den drei Zeitpunkten.

Parameter	Zeit- punkt 1)	Mittelwert	S	Varianz	Konfidenz - Bereich
syst. Blutdruck (mm Hg)	1	142	27,41	851,11	113,84
	2	183,5	30,19	911,38	152,48
	3	171	30,35	921,11	139,81
diast. Blutdruck (mm Hg)	1	80,5	20,06	402,50	59,88
	2	102,5	16,20	262,50	85,84
	3	101,5	17,17	294,72	83,85
PaCO ₂ (Torr)	1	41,02	5,56	30,89	35,31
	2	59,97	8,12	66,01	51,62
	3	47,40	11,27	127,10	35,81
Basenüberschuß (mval/l)	1	3,18	2,09	4,36	0,59
	2	2,15	1,38	1,90	0,97
	3	2,44	1,41	1,99	0,87
Pufferbasen (nvak/l)	1	50,07	3,18	10,12	46,80
	2	50,87	3,69	13,63	47,08
	3	50,99	3,99	15,90	46,89
Standardbic. (mval/l)	1	26,16	2,58	6,64	23,51
	2	25,51	2,18	4,75	23,27
	3	25,66	2,45	6,00	23,14
aktuelles Bicarbonat (mval/l)	1	26,07	3,31	10,98	22,66
	2	29,75	2,65	7,01	27,03
	3	26,63	4,06	16,49	22,46
Gesamt-CO ₂ (mval/l)	1	27,29	3,46	11,95	23,74
	2	31,56	2,81	7,90	28,67
	3	28,09	4,38	19,19	23,59
aktueller pH-Wert (Einheiten)	1	7,41	0,03	0,001	7,38
	2	7,31	0,05	0,002	7,26
	3	7,36	0,05	0,003	7,31

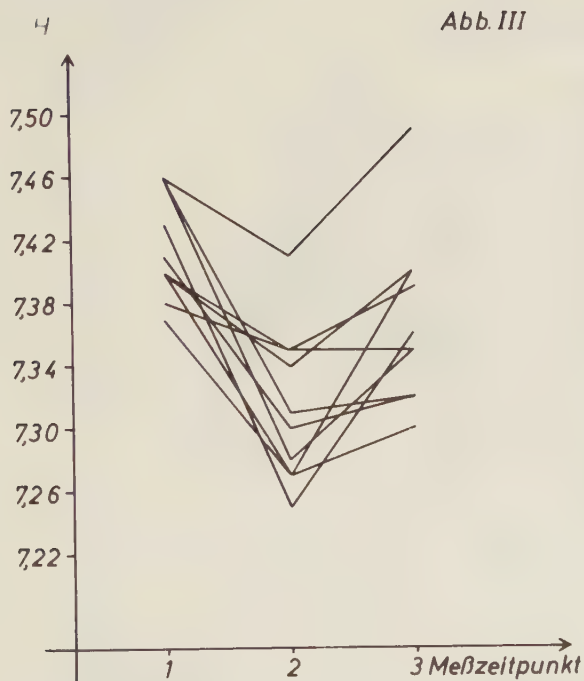
1) Definition der Zeitpunkte, S. 5

Die Blutgasanalysen zur Zeit der dritten Blutentnahme ergaben dagegen ein deutliches durchschnittliches Wiederabfallen des PaCO_2 um 12,57 Torr (3,16 Torr/min.), des aktuellen Bicarbonats um 3,12 mval/l und des Gesamt- CO_2 um 3,49 mval/l. Der pH-Wert stieg im Mittel wieder um 0,05 Einheiten an. Basenüberschuß, Pufferbasen und Standardbicarbonat blieben weitgehend unverändert.

Bei der letzten Messung war die durchschnittliche CO_2 -Spannung um 6,38 Torr gegenüber dem Ausgangswert erhöht. Der aktuelle Bicarbonat- und der Gesamt- CO_2 -Wert lagen um 0,56 bzw. 0,8 mval/l über dem Wert der ersten Blutentnahme. Der pH-Wert zeigte mit Mittelwerten von 7,41 (1. Entnahmezeitpunkt) und 7,36 (3. Entnahmezeitpunkt) eine Differenz von 0,05 Einheiten.

Die pH-, Standardbicarbonat- und PaCO_2 -Veränderungen sind in den Abb. 3 - 5 wiedergegeben. Abb. 6 zeigt die Veränderungen der Mittelwerte von pH, Standardbicarbonat und PaCO_2 zu den drei Meßzeitpunkten.

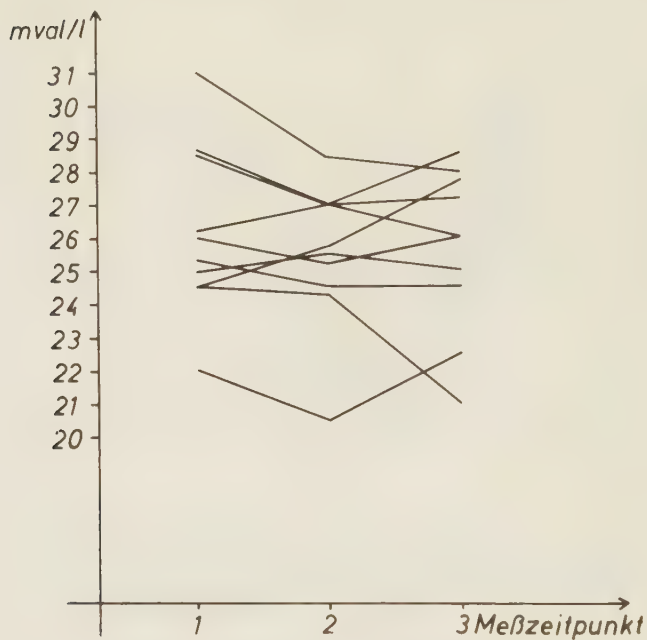
Die Blutdruckwerte lagen zum ersten Meßzeitpunkt zwischen 100 und 200 mm Hg systolisch und zwischen 50 und 120 mm Hg diastolisch; im Mittel bei 142 bzw. 80,5 mm Hg. Zum 2. Meßzeitpunkt waren die systolischen und diastolischen Werte signifikant angestiegen, mit Mittelwerten von 183,5 mm Hg systolisch und 102,5 mm Hg diastolisch. Bei der letzten Messung betrugen die systolischen Mittelwerte 171 mm Hg und die diastolischen 101,5 mm Hg. Der durchschnittliche Blutdruckabfall gegenüber der zweiten Messung lag somit bei 12,5 mm Hg im systolischen und bei 1 mm Hg im diastolischen Bereich (Abb. 7).



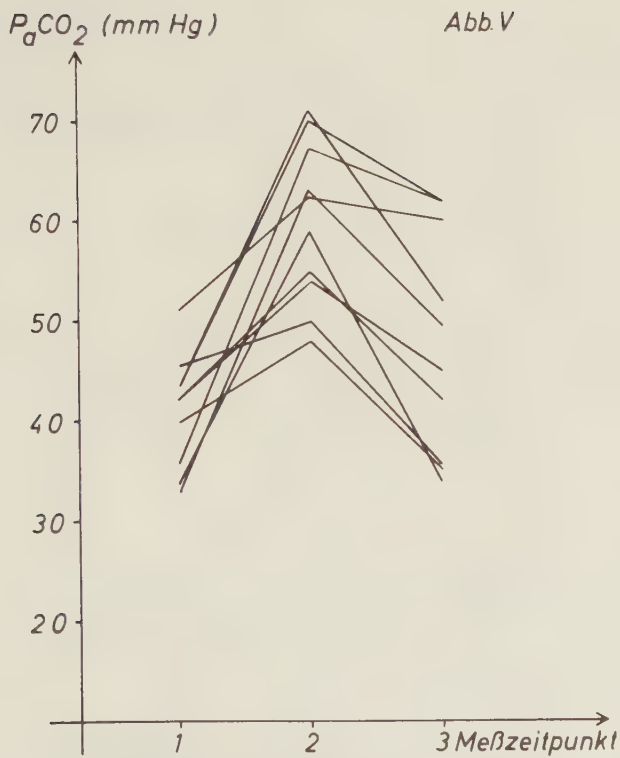
Die pH - Werte zu den drei Meßzeitpunkten

Stand. bic. (mval/l)

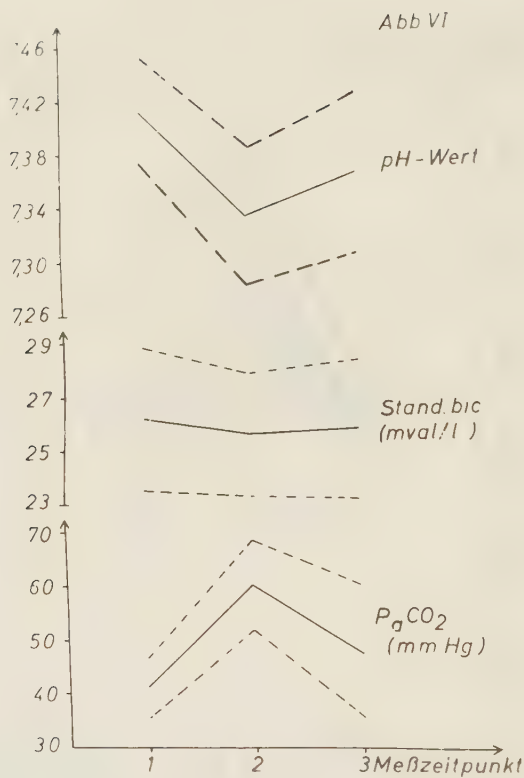
Abb IV



Die Stand. bic.-Werte zu den drei
Meßzeitpunkten

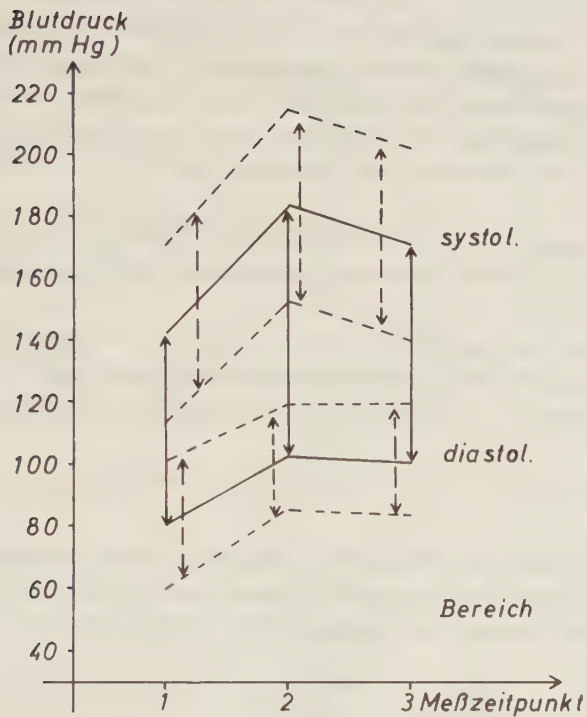


Die P_aCO_2 -Werte zu den drei
Meßzeitpunkten



Die Mittelwerte — von pH, Stand. bic. und P_aCO_2 sowie deren Standardabweichung -- zu den drei Meßzeitpunkten

Abb. 6



Die durchschnittlichen Blutdruckwerte —
sowie deren Standardabweichung - - -
zu den drei Meßzeitpunkten

Abb. 7

IV. Statistische Auswertung

Statistisch gesehen handelt es sich bei diesen Untersuchungen um sogenannte verbundene Beobachtungsreihen, bei denen die Einzelwerte der einen Reihe von denen der anderen nicht unabhängig, sondern mit ihnen dadurch verbunden sind, daß sie sich auf dieselben Beobachtungseinheiten beziehen (36).

In der vorliegenden Arbeit kam der Friedman-Test und der multiple Paarvergleich nach Wilcoxon und Wilcox (58) zur Anwendung.

Der Friedman-Test besteht im Prinzip darin, für jede der m Beobachtungseinheiten die k Beobachtungen der Größe nach zu nummerieren und dann für jede Reihe die Rangzahlen zu summieren (36).

Der Erwartungswert ist $E = \frac{1}{k} \sum R_i = \frac{m(k+1)}{2}$

Friedman hat nun eine Testgröße angegeben, die eine Entscheidung darüber gestattet, ob bestimmte Rangsummenunterschiede noch als zufallsbedingt angesehen werden dürfen oder nicht (41, 11).

Testgröße $V = \frac{12}{m k (k+1)} \sum_{i=1}^k R_i^2 - 3 m (k+1)$

V folgt bei nicht zu kleinem k (hier gegeben) einer χ^2 -Verteilung mit $df = k-1$ Freiheitsgraden. Für Testgrößen über 6,2 bzw. 9,6 betragen die Irrtumswahrscheinlichkeiten 5 % bzw. 1 % (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Zusammenstellung der Ergebnisse des Friedman-Tests¹⁾

Parameter	Testgröße	Signifikanzniveau
Systolischer Blutdruck	13,95	++
Diastolischer Blutdruck	10,95	++
PaCO ₂	20,00	++
Basenüberschuß	0,35	-
Pufferbasen	2,45	-
Standardbicarbonat	2,45	-
Aktuelles Bicarbonat	11,40	++
Gesamt-CO ₂	11,40	++
Aktueller pH	19,05	++

1) In dieser und der folgenden Tabelle bedeuten die Zeichen
+ und ++ 5- bzw. 1-prozentige Irrtumswahrscheinlichkeit.

Um die Unterschiede der Meßergebnisse zwischen den einzelnen Entnahmezeitpunkten auch paarweise beurteilen zu können, wurde ein sogenannter multipler Paarvergleich nach Wilcoxon und Wilcox (58) durchgeführt. Mit Hilfe dieses statistischen Testverfahrens wurden verglichen:

der 1. mit dem 2. Zeitpunkt,

der 2. mit dem 3. Zeitpunkt,

der 1. mit dem 3. Zeitpunkt.

Für Tabellenwerte von 10,5 bis 12,9 beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %. Für Tabellenwerte über 13,0 beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit 1 %. (Tab. 4.)

Tab. 4: Zusammenstellung der Ergebnisse des Tests nach Wilcoxon und Wilcox.

Parameter	Zeitpunkte ¹⁾	Differenzen der Rangsummen	Signifikanzniveau
Syst. Blutdruck	1 - 2	11	+
	2 - 3	19	++
	1 - 3	8	-
Diast. Blutdruck	1 - 2	14,5	++
	2 - 3	15,5	++
	1 - 3	1	-
PaCO ₂	1 - 2	17	++
	2 - 3	13	++
	1 - 3	4	-
Basenüberschuß		- entfällt -	
Pufferbasen		- entfällt -	
Standard-bicarbonat		- entfällt -	
Aktuelles Bicarbonat	1 - 2	11	+
	2 - 3	10	+
	1 - 3	1	-
Gesamt-CO ₂	1 - 2	11	+
	2 - 3	10	+
	1 - 3	1	-
Aktuelle pH-Einheiten	1 - 2	16,5	++
	2 - 3	12	+
	1 - 3	4,5	-

1) Für die Definition der Zeitpunkte siehe Seite 5.

V. Diskussion:

Die Luftwegsendsoskopie mit dem sogenannten Kürass-Respirator stellt nach den klinischen Erfahrungen von Toker (67) und Helprin et al. (27) eine sehr zuverlässige Methode dar. Diese Autoren führten jedoch keine Blutgasanalysen durch. Goffen und Mitarbeiter (21) halten diese Methode im Vergleich mit anderen für empfehlenswert. Hauser und Brown (26) verweisen auf 1000 komplikationsfreie Fälle in acht Jahren. Die bei 25 Patienten durchgeführten Blutgasanalysen zeigen eine noch ausreichende alveoläre Ventilation. Auch Rolly (57) fand nur relativ geringfügige PaCO_2 -Anstiege und pH-Abfälle, während Schümeyer und Bankamp (62) PaCO_2 -Anstiege von 3 - 6 Torr/min. bei Insufflation von 5 - 8 l Sauerstoff/min. fanden, so daß die Gefahr einer respiratorischen Acidose gegeben ist. Die Verwendung des Kürass-Respirators ist umständlich, und bei adipösen Patienten ist die Ventilation oft nicht ausreichend (20). Safar (59) weist ausführlich auf die Nachteile dieser Methode hin.

Die Anwendung der Lokalanaesthesie für die Luftwegsendsoskopie zeigte nach den Untersuchungen von Kwon und Mitarbeitern (39) im wesentlichen normale arterielle Blutgasanalysen. Auch Iselein und Lauener (31) halten die Lokalanaesthesie bei diesem Eingriff für ein sicheres Verfahren. Axelsson (2) kommt in seinen Untersuchungen allerdings zu dem Ergebnis, daß die toxische Wirkung der Lokalanaesthetika oft unterschätzt wird, ganz abgesehen von der psychischen Belastung für den Patienten.

Die Methode der "apneic oxygenation", bei der dem relaxierten Patienten durch eine Sonde Sauerstoff bzw. ein Lachgas-Sauerstoff-Gemisch insuffliert wird, hatte vor mehreren Jahren vor allem im amerikanischen Raum weite Verbreitung gefunden. Eine akute respiratorische Acidose ist bei dieser Methode zu erwarten. Eger und Severinghaus (15) fanden einen PaCO_2 -Anstieg von 3 Torr/min., Gordon et al. (22) 8 Torr/min., Frumin und Mitarbeiter (19) 3,2 Torr/min., Holmdahl (29) 5 Torr/min., Jenkins

und Sammons (32) 3,4 Torr/min. und Payne (48) zwischen 3 und 6 Torr/min. Cheatle und Arbeitsgruppe (12) beobachteten bei Verwendung eines kleinumigen Intratrachealtubus einen Anstieg des PaCO_2 . Boulton und Mitarbeiter (7) registrierten bei Insufflation von 25 l Gas/min. einen langsameren PaCO_2 -Anstieg als bei einem Gasstrom von 6 - 15 l/min. Zeitlin et al. (70) insufflierten 10 l eines Sauerstoff-Lachgas-Gemisches in Verhältnis 1:1 und fanden eine mittlere ausgeschiedene CO_2 -Menge von 20 ml/min., ohne jegliche Insufflation nur eine CO_2 -Ausscheidung von 6 ml/min. Andersen (1) und Holmdahl (30) berichteten unabhängig voneinander über ihre Erfahrungen mit dem Tris-Puffer bei dieser Methode. Andersen konnte damit während der 15 - 25 min. dauernden "apneic oxygenation" einen extremen pH-Abfall als Folge einer CO_2 -Anreicherung verhindern.

Nach Einführung der Neuroleptanaesthesie in die gebräuchlichen Narkoseverfahren wurde sie auch bei Luftwegsendoskopien angewandt. Die Patienten können dabei nach Aufforderung spontan atmen.

Zecca und Molinaroli (69) als Befürworter dieser Methode fanden bei ihren Untersuchungen einen deutlichen Anstieg des CO_2 (in Vol.%), aber keinen signifikanten pH-Abfall. Grimaud und Mitarbeiter (24) berichteten über den atemdepressiven Effekt dieser Methode, der sich in einem Anstieg des PaCO_2 und einem pH-Abfall bemerkbar machte.

Die Ergebnisse von Lanwers und van de Walle (40) zeigten nur geringe Schwankungen von pH und PaCO_2 . Auch die Arbeitsgruppe von Thuries (66) plädierte auf Grund ihrer Erfahrungen für die Neuroleptanaesthesie bei derartigen Eingriffen. Bei den Untersuchungen von Ferrari und Mitarbeitern (18) lagen bei einer umfangreichen Untersuchungsserie die pH-Werte im Mittel bei 7,38 und der durchschnittliche PaCO_2 bei 41,6 Torr.

Muendnich und Hoflehner (46) veröffentlichten 1953 eine Arbeit über eine Methode der Luftwegsendoskopie in Pentothal-Succinylcholin-Narkose ohne zusätzliche Lokalanästhesie. Diese Methode stellte den ersten großen Fortschritt auf diesem Gebiet dar. Der Patient wurde durch das Endoskop beatmet. Die durch Absaugen, Probeexzisionen und andere Manipulationen entstehenden Apnoephasen sollten nach den Studien von Brandt (8) nicht über drei Minuten ausgedehnt werden. Opderbecke und Mitarbeiter (47) fanden allerdings bei 10 von 30 Patienten eine deutliche Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Expirationsluft, nur 13 Patienten zeigten eine annähernd konstante expiratorische CO_2 -Konzentration.

Auch die Arbeitsgruppe von Ey (17) konstatierte ein deutliches Ansteigen der CO_2 -Konzentration in der Alveolarluft während der Apnoephasen, die bei Beatmung wieder geringfügig abfiel. Bei Anwendung eines Beatmungsbronchoskops nach Rosen beobachtete Steglich-Petersen (65) bei fast der Hälfte der Patienten einen PaCO_2 -Anstieg bis zu 12 Torr sowie pH-Abfälle bis zu 0,1 Einheiten.

List (42) berichtete über durchschnittliche PaCO_2 -Erhöhungen von 2,6 Torr/min. bei Apnoephasen von 2 - 6 Minuten Dauer. Die Werte von Jenkins und Sammons (32) lagen in der gleichen Größenordnung. Borman et al. (6) sowie Korkeila und Palva (37) beatmeten bei ihren Untersuchungen die Patienten über einen neben dem Endoskop in die Trachea eingelegten Tubus. Beide Autoren fanden geringfügige PaCO_2 -Anstiege. Berenyi und Arbeitsgruppe (5) wiesen bei 16 von 36 Patienten eine fallende arterielle CO_2 -Spannung nach. In 11 Fällen blieb der PaCO_2 konstant und bei 9 Patienten zeigte sich ein deutlicher Anstieg des PaCO_2 -Wertes. Rogers und Erhardt (56) konstatierten eine normale alveoläre Ventilation bei Anwendung dieser Methode.

Nach Erfahrungen anderer Autoren liegen die Nachteile dieser Methode in einem relativ häufigen Abknicken bzw. Komprimiertwerden

des kleinen Tubus und in einem Entweichen des Großteils des Atemvolumens durch das offene Bronchoskop, besonders bei Patienten mit erniedrigter Lungen- und Thoraxcompliance (20).

Ein neues, von Sanders (60) 1967 erstmals angegebenes Ventilationsbronchoskop nutzt das Venturi-Prinzip aus. Durch eine im Endoskop sitzende, zum Bronchoskopende hin gerichtete Düse strömt unter hohem Druck (3 - 4 atü) Sauerstoff ein. Luft wird entsprechend dem Venturi-Prinzip durch das offene Endoskop eingesaugt. Die Expiration erfolgt durch Unterbrechung des Sauerstoffzuströms. Dadurch ist es möglich, den Endoskopeingang immer geöffnet zu lassen. Die gegenüber anderen Methoden erheblich bessere Ventilation zeigt sich in den Blutgasanalysen. So konnten Mette und Sanders (44) zeigen, daß bei Umstellung von der Insufflationsmethode auf den sogenannten Sanders-Injector während eines Eingriffs die erhöhten PaCO_2 -Werte deutlich abfielen. Auch die Untersuchungen von Spoerel (64) zeigen einen deutlichen Abfall des PaCO_2 gegenüber den präoperativen Werten. Carden et al. (9) fanden, daß während der gesamten Endoskopiedauer die PaCO_2 -Werte im Normbereich lagen.

Carnes und Fabian (10) zeigten mit einer wenig gebräuchlichen Methode der Spontanatmung unter Halothan-Sauerstoff-Narkose PaCO_2 -Mittelwerte um 80 mm Hg.

"Die Respiration ist die Achillesferse der Alten" behauptete H. Baur (3, S. 62), und da vor allem ältere Menschen sich einer Luftwegsendoskopie unterziehen müssen, kommt neben einer ausreichenden Sauerstoffversorgung dem Säure-Basen-Gleichgewicht bei diesem Eingriff die größte Bedeutung zu. Die Gefahr einer akuten respiratorischen Acidose besteht in Hypoxie und pH-Abfall (25), da die renale Komponente der sogenannten "pulmo-

renalen Reaktionsregulation" (43) als ausgleichender Faktor nur sehr langsam in Gang kommt (3, 25). Andererseits kann die zu schnelle Behebung einer respiratorischen Acidose Herzrhythmusstörungen bis zum Kammerflimmern auslösen (25). So zeigen diesbezügliche EKG-Untersuchungen von Jenkins (33) bei 64 % der Probanden Sinustachykardien und in 40 % Arrhythmien. Bei alten Menschen treten respiratorische Acidosen bzw. Alkalosen oft als Kompensation metabolischer Störungen auf. Diese Patienten sind nach Halmágyi (25) bei Ein- und Ausleitung der Narkose durch Veränderungen der CO_2 -Spannung stark gefährdet. Auch Holmdahl (29, 30) kommt zu dem Schluß, daß die Gefahren der Hyperkapnie in der Klinik nicht unterschätzt werden dürfen. Von Riecker wird dagegen diese Gefahr für gering gehalten (55).

Betrachtet man die Resultate der verschiedenen Methoden, so können sie, mit Ausnahme des zum Zeitpunkt dieser Untersuchungen in Deutschland noch nicht angewandten Sanders-Injectors, nicht überzeugen. Wir haben auf Grund dieser unbefriedigenden Ergebnisse eine repräsentative Beatmungsmethode zur Luftwegsendskopie herausgegriffen. Es wurden bei zehn männlichen Patienten im Alter von 47 bis 82 Jahren in der oben angegebenen Weise Luftwegsendskopien durchgeführt. Zu drei verschiedenen Zeitpunkten wurden Blutproben aus der hyperämisierten Fingerbeere entnommen und nach der Astrup-Methode analysiert. Das Ergebnis war mit Ausnahme eines Falles immer eine ausgeprägte respiratorische Acidose; in sieben Fällen lag eine dekompensierte respiratorische Acidose vor. Dies zeigt sich in einem Ansteigen des PaCO_2 und einem pH-Abfall. Der physiologische Puffer-Mechanismus kann bei diesen sehr schnell eintretenden Veränderungen den pH-Wert nicht in ausreichendem Maße konstant halten. Die renale Kompensation ist zu diesem Zeitpunkt unzureichend. Auch bei der letzten Messung hatten sechs Patienten noch eine Acidose; davon waren drei dekompensierte Acidosen. Die zu den gleichen Zeitpunkten gemes-

senen Blutdruckwerte zeigten eine statistisch signifikante Erhöhung zum 2. und 3. Meßzeitpunkt.

Nach der vorliegenden Literatúrauswahl bringt nur eine Methode befriedigende Ergebnisse: das Injektionssystem nach Sanders. Wie auch die von Morales et al. (45) durchgeführten Vergleichsuntersuchungen der verschiedenen Methoden zeigen, ist eine ausreichende Sauerstoffversorgung kein Problem, physiologische PaCO_2 -Werte wurden nur mit dem Sanders-Injector erreicht. Nach Pender und Arbeitsgruppe (49) fand sich eine normale CO_2 -Spannung nur bei der Endoskopie unter Lokalanaesthesie und der Methode nach Sanders, nicht bei anderen Verfahren. Eine individuelle Anaesthesie für die Luftwegsendsoskopie wie sie Proctor (51) auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen fordert, ist nach den Ergebnissen der Literatur nicht angebracht.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen wurde am hiesigen Institut für Anaesthesiologie von Dr. H.U. Gerbershagen und Mitarbeitern ein neues Luftwegsendsoskop, ein modifiziertes Injektionssystem nach Sanders entwickelt. Mit diesem in Deutschland noch nicht praktizierten Verfahren wurden gute Ergebnisse in allen Ventilations- und Säure-basen-Parametern (20) erzielt.

Die Schwankungen bzw. Steigerungen des Blutdrucks während einer Luftwegsendsoskopie werden in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Neben Sauerstoffmangel und CO_2 -Anreicherung werden vor allem reflektorische Ursachen für diese unphysiologischen Blutdruckschwankungen in Betracht gezogen. Während Opderbecke und Mitarbeiter (47) die Blutdrucksteigerungen nur teilweise für reflektorisch bedingt halten und zum anderen Teil auf die erhöhte CO_2 -Spannung im Blut zurückführen, messen Ey und Arbeitsgruppe (17) diesen Blutdruckveränderungen keine Bedeutung für das Maß der alveolären Ventilation bei. Chott (13) hält auf Grund seiner Studien die Blutdrucksteigerungen für eine Folge

PaO_2 -Abfalles und des PaCO_2 -Anstieges. Eickhoff und Nolte (16) sehen dies dagegen als ein reflektorisches, mit Kreislaufzentralisation einhergehendes Ereignis an. Bei unseren Untersuchungen zeigt sich mit zunehmender Acidose eine deutliche Erhöhung sowohl der systolischen als auch der diastolischen Blutdruckwerte. Mit dem Nachlassen der Acidose kommt es allerdings nicht zu einem statistisch signifikanten Abfall des systolischen und diastolischen Blutdrucks. Eine eindeutige Aussage für einen allein verantwortlichen Faktor ist nicht anzuleiten, so daß eine multifaktorielle Ursache angenommen werden muß.

VI. Schlußfolgerungen für die Klinik

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die verschiedenen Methoden der Luftwegsendoskopie im Hinblick auf das Risiko, den technischen Aufwand, die Bedingungen für den Endoskopisten und die Annehmlichkeit für den Patienten durchaus nicht gleichwertig sind. Nach dem derzeitigen Stand der Entwicklung stellt der Sanders-Injector bzw. dessen Abwandlungen für die Klinik nach den oben angeführten Kriterien die beste Lösung dar.

VII. Zusammenfassung:

Es wurde eine repräsentative Methode der Luftwegsendsoskopie unter dem Aspekt des Säure-Basen-Haushaltes und der Blutdruckveränderungen untersucht. Die 10 männlichen Patienten im Alter von 47 bis 82 Jahren wurden nach Einleitung der Narkose mit Sauerstoff (6 - 12 l/min.) beatmet. Die Apnoezeiten lagen zwischen 30 und 220 sec. Es wurden Blutproben aus der hyperämisierten Fingerbeere entnommen und sofort nach der Astrupmethode untersucht. Die Entnahmezeitpunkte waren:

1. vor dem Eingriff,
2. kurz vor Ende des Eingriffs,
3. vier Minuten nach Ende des Eingriffs bei Beatmung durch das Endoskop.

Es zeigte sich eine statistisch signifikante respiratorische Acidose zum zweiten Meßzeitpunkt mit einem durchschnittlichen PaCO_2 -Anstieg von 18,95 Torr und einem mittleren pH-Abfall von 0,1 Einheiten gegenüber der 1. Messung. Auch bei der letzten Messung waren die Werte noch nicht zur Ausgangslage zurückgekehrt. 6 Patienten hatten noch eine acidotische Stoffwechsellage.

Zu denselben Zeiten wurde der Blutdruck gemessen. Er zeigte ein signifikantes Ansteigen beim 2. Meßpunkt und einen kaum nennenswerten Abfall bei der 3. Kontrolle.

III. Literaturverzeichnis:

- 1) Andersen, N.: Tris-(hydroxymethyl)amino-methane (Tham) used as a buffer in bronchoscopy and "apnoxic oxygenation."
Acta anaesth. scand. 6: 57 (1962).
- 2) Axelsson, A.: Topical anaesthesia for bronchoscopy.
Acta oto-laryng. 58: 288 (1964).
- 3) Baur, Hans: Respiration und Kohlensäurehaushalt.
Stuttgart (1963).
- 4) Bayuk, A.J.: Chest respirator for bronchoscopy and laryngoscopy.
Anesthesiology 18: 135 (1957).
- 5) Berenyi, K.J., Harris, R.S., Harmel, M.H.: General anaesthesia for endoscopy on intralaryngeal operations.
Acta anaesth. scand. suppl. 23: 529 (1966).
- 6) Borman, J.B., Davidson, J.T., Samueloff, S.: Orotracheal anaesthesia for bronchoscopy.
Brit. J. Anaesth. 36: 233 (1964).
- 7) Boulten, T.B., Cole, P.V., Hewer, C.L.: A reassessment of anaesthesia by endotracheal insufflation.
Anaesthesia 20: 442 (1965).
- 8) Brandt, R.H.: Direkte Laryngoskopie in Relaxans-Barbiturat-Narkose.
Z. Laryng. Rhinol. 44: 381 (1965).
- 9) Carden, E., Trapp, W.G., Oulten, J.: A new and simple method for ventilation patients undergoing bronchoscopy.
Anesthesiology 33: 454 (1970).
- 10) Carnes, M.A., Fabian, L.W.: Anesthesia for bronchoscopy and bronchography.
Anesth. Analg. Curr. Res. 40: 567 (1961).

- 11) Cavalli-Sforza, L.: Grundbegriffe der Biometrie insbesondere der statistischen Methoden bei der Wertbemessung biologisch wirksamer Substanzen.
Stuttgart (1964).
- 12) Cheatle, C.A., Chambers, K.B.: Anaesthesia for bronchoscopy.
Anaesthesia 10: 171 (1955).
- 13) Chott, F.: Oxymetrie bei Bronchoskopien in Pentothal-Lythenon-Narkose.
Anaesthesist 3: 8 (1954).
- 14) Churchill-Davidson, H.C.: Anaesthesia for bronchoscopy.
Anaesthesia 7: 237 (1952).
- 15) Eger, E.L., Severinghaus, J.W.: The rate of rise of PaCO_2 in the apneic anesthetized patient.
Anesthesiology 22: 419 (1961).
- 16) Eickhoff, H., Nolte, E.:
Bronchoskopie und neuzeitige Anästhesie.
Z. Laryng. Rhinol. 33: 517 (1954).
- 17) Ey, W., Schwab, W., Ulmer, W.T.: Über den Gasaustausch bei den Bronchoskopien in Narkose und Relaxation.
Anaesthesist 9: 350 (1960).
- 18) Ferrari, H.A., Stephen, C.R., Durham, N.C.: Bronchoscopy and oesophagoscopy under neuroleptanalgesia with DHB and Fentanyl.
J. thorac. cardiovasc. Surg. 54: 143 (1967).
- 19) Frumin, M.J., Epstein, R.M., Coden, G.:
Apneic oxygenation in man.
Anesthesiology 20: 624 (1959).

- 20) Gerbershagen, H.U., Giesecke, A.H., Dortmann, K., Theissing, J.: Bronchoskopie: Beatmung mit einem Injektionssystem. Anaesthesist 20: 423 (1971).
- 21) Goffen, B.S., Greene, B.A., Berkowitz, S.: Cuirasse et autres techniques en anesthésie pour endoscopie per-orale. Ann. Anesth. franc. 6: 75 (1965).
- 22) Gordon, G.F., Craig, R.G., Searcy, R.L.: Effects of apnea on blood acid-base parameters. Anesthesiology 24: 118 (1963).
- 23) Green, R.A., Coleman, D.J.: Cuirass-respirator for endoscopy. Anaesthesia 10: 369 (1955).
- 24) Grimaud, R., Werner, J., Choffat, P.: L'association diazepam-dextromoramide. Methode de neuroleptanalgesie adaptée a la broncho-oesophagologie. Ann. Oto-laryng. 84: 153 (1967).
- 25) Halmágyi, M.: Die respiratorischen Störungen des Säure-Basen-Haushaltes, in: V. Feurstein: Die Störungen des Säure-Basen-Haushaltes (= Schriftenreihe Anaesthesiologie und Wiederbelebung 35), Hrg.: R. Frey, F. Kern, O. Mayrhofer, Berlin, Heidelberg, New York (1969).
- 26) Hauser, I.J., Brown, E.M.: Anesthesia for endoscopic laryngeal surgery. Laryngoscope (St. Louis) 77: 744 (1967).
- 27) Helprin, S.W., Waskow, W.H.: Emerson wrap-around chest respirator for use in bronchoscopy and laryngoscopy. Anesth. Analg. Curr. Res. 38: 444 (1959).
- 28) Herron, R.A.C.: Anaesthetic adaptor for a bronchoscope. Anaesthesia 5: 40 (1950).

29. Holmdahl, M.H.: Pulmonary uptake of oxygen, acid-base metabolism, and circulation during prolonged apnea. Acta chir. scand. suppl. 212: 1 (1956)
- 30) Holmdahl, M.H.: The use of Tris(hydroxymethyl)aminomethane during short periods of apneic oxygenation in man. Ann. NY Acad. Sci. 92: 794 (1961).
- 31) Iselin, H., Lauener, H.: Zur Lokalanaesthesie bei der Bronchoskopie. Schweiz. med. Wschr. 96: 219 (1966).
- 32) Jenkins, A.V., Sammons, H.G.: Carbon dioxide elimination during bronchoscopy. Brit. J. Anaesth. 40: 533 (1968).
- 33) Jenkins, A.V.: Electrocardiographic findings during bronchoscopy. The apneic oxygenation technic. Anaesthesia 21: 449 (1966).
- 34) Killian, G.: Ueber directe Bronchoskopie. Münch. med. Wschr. 45: 844 (1898).
- 35) König, G., König, J.: Ein neues Beatmungsbronchoskop. Tuberk.-Arzt 10: 303 (1956).
- 36) Koller, S.: Neue graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Darmstadt (1969).
- 37) Korkeila, J., Palva, T.: General orotracheal anaesthesia for bronchoscopy. Acta oto-laryng. 57: 575 (1964).
- 38) Krück, F.: Säure-Basen-Haushalt, in: Klinische Pathophysiologie, S. 201. Hrg.: W. Siegenthaler. Stuttgart (1970).

- 39) Kwon, K., Chiu, C.J., Golding, M.R., Garzon, A.A., Karlson, K.E.: Effect of bronchoscopy with premedication and topical anesthesia on arterial blood gases. Arch. Surg. 97: 648 (1968).
- 40) Lanwers, P., van de Walle, J.: Notre experience en bronchoscopie. Ann. Oto-laryng. 84: 182 (1967).
- 41) Lienert, G.A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik, S. 127. Meisenheim am Glan (1962).
- 42) List, H.F.: Zur Bronchoskopie in Allgemeinnarkose. Anaesthesist 15: 356 (1966).
- 43) Malorny, G.: Arch. exp. path. pharm. 205: 684 (1948). Zitat aus H. Baur: Respiration und Kohlensäurehaushalt, S. 32. Stuttgart (1963).
- 44) Mette, P.J., Sanders, R.D.: Ventilationsbronchoskopie - eine neue Technik. Anaesthesist 17: 316 (1968).
- 45) Morales, G.A., Epstein, B.S., Cinco, B., Adkins, P.C., Coakley, C.S.: Ventilation during general anesthesia for bronchoscopy. J. thorac. cardiovasc. Surg. 57: 873 (1969).
- 46) Muendnich, K., Hoflehner, G.: Die Narkose-Beatmungsbronchoskopie. Anaesthesist. 2: 121 (1953).
- 47) Opderbecke, H.W., Massen, W., Müller, W.D.: Über die O₂-Sättigung, die CO₂-Ausscheidung und das Verhalten des Kreislaufs bei Narkosebronchoskopien mit aufgehobener Spontanatmung. Anaesthesist 5: 82 (1956).

- 48) Payne, J.P.: Apneic oxygenation in anaesthetized man
Acta anaesth. scand. 6: 129 (1962).
- 49) Pender, J.W., Winchester, L.W., Jamplis, R.W.,
Lillington, G.A., Mc Clenahan, J.B.: Effects of anesthesia
on ventilation during bronchoscopy.
Anesth. Analg. Curr. Res. 47: 415 (1968).
- 50) Pinkerton, H.: The use of an inflatable cuirass in
endoscopy.
Brit. J. Anaesth. 29: 421 (1957).
- 51) Proctor, D.F.: Anaesthesia for peroral endoscopy and
bronchoscopy.
Anesthesiology 29: 1025 (1968).
- 52) Reckless, D.: Post-operative bronchoscopy.
Anaesthesia 5: 38 (1950).
- 53) Rehder, K.: Der Säure-Basen-Haushalt, in: Lehrbuch der
Anaesthesiologie und Wiederbelebung, S. 83. Hrg.:
R. Frey, W. Hügin, O. Mayrhofer.
Berlin, Heidelberg, New York (1971). (2).
- 54) Rein, H., Schneider, M.: Physiologie des Menschen.
15. Aufl., Hrg.: M. Schneider.
Berlin, Göttingen, Heidelberg (1964).
- 55) Riecker, O.: Diffusion respiration as an adjunct to
bronchoscopy.
Z. Laryng. Rhinol. 34, 217 (1955).
- 56) Rogers, F.A., Erhardt, K.S.: Bronchoscopy under general
Anesthesia.
J. thorac. cardiovasc. Surg. 41: 817 (1961).

- 57) Rolly, G.: Technique d'anaesthésie et de ventilation par voie externe, pour les endoscopies laryngotracheobronchiques et les interventions sur larynx.
Ann. Oto-laryng. 84: 191 (1967).
- 58) Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden.
Berlin, Heidelberg, New York (1968).
- 59) Safar, P.: Ventilation bronchoscope.
Anesthesiology 19: 406 (1958).
- 60) Sanders, R.D.: Two ventilating attachments for bronchoscopes.
Delaware med. J. 39: 170 (1967).
- 61) Schulte, H.O.: Die Bronchoskopie in Atemlähmung unter Anwendung des Kurznarkotikums (Bayer 1420) Epontol.
Med. Welt (Stuttg.) 31: 1757 (1965).
- 62) von Schümeyer, E., Bankamp, G.: Blutgasanalysen bei Narkosebronchoskopien mit Emerson-Chest-Respirator-Beatmung.
H.N.O. (Berl.) 9: 295 (1961).
- 63) Siggaard-Andersen, O., Engel, K., Jørgensen, K., Astrup, P.: A micro method for determination of pH, carbon dioxide tension, base excess and standard bicarbonat in capillary blood.
Scand. J. clin. Lab. Invest. 12: 172 (1960).
- 64) Spoerel, W.E.: Ventilation through an open bronchoscope.
Canad. Anaesth. Soc. J. 16: 61 (1969).
- 65) Steglich-Petersen, J.: Controlled respiration through an ventilating bronchoscope.
Acta anaesth. scand. 11: 261 (1967).

- 66) Thuries, J., Guyon, J., Miech, G., Bousquet, G.:
La bronchoscopie sous neuroleptanalgésie par halonisone-
dextromoramide (Sedalande-Palfium).
Ann. Anesth. franc. 5: 481 (1964).
- 67) Toker, P.: Anaesthesia for bronchoscopy - use of a respira-
tor.
S. Afr. med. J. 29: 40 (1955).
- 68) Wiemers, F., Franz, G.: Die Bronchoskopie, in: Lehrbuch
der Anaesthesiologie und Wiederbelebung, S. 939.
Hrg. R. Frey, W. Hügin, O. Mayrhofer.
Berlin, Heidelberg, New York (1971).
- 69) Zecca, C., Molinaroli, P.: La neuroleptanalgesia nell'indagine
bronchoscopica.
Minerva anest. 31: 138 (1965).
- 70) Zeitlin, G.L., Short, D.H., Fielding, M.E.: Carbon dioxide
elimination during insufflation anaesthesia.
Brit. J. Anaesth. 37: 117 (1965).

IX. Tabellenverzeichnis:

Tab. 1:

Die einzelnen Meßwerte zu den drei Zeitpunkten S. 9

Tab. 2:

Mittelwerte, Standardabweichungen, Varianzen
und Konfidenzbereiche der gemessenen Werte zu
den drei Zeitpunkten S. 11

Tab. 3:

Zusammenstellung der Ergebnisse des Friedman-
Tests S. 18

Tab. 4:

Zusammenstellung der Ergebnisse des Tests nach
Wilcoxon und Wilcox S. 20

X. Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1:	
Altersverteilung der Patienten	S. 3
Abb. 2:	
Verteilung der Endoskopiedauer	S. 10
Abb. 3:	
Die pH-Werte zu den drei Meßzeitpunkten	S. 13
Abb. 4:	
Die Standardbicarbonat-Werte zu den drei Meßzeitpunkten	S. 14
Abb. 5:	
Die PaCO_2 -Werte zu den drei Meßzeitpunkten	S. 15
Abb. 6:	
Die Mittelwerte — von pH, Standardbi- carbonat und PaCO_2 sowie deren Standard- abweichung --- zu den drei Meßzeitpunkten	S. 16
Abb. 7:	
Die durchschnittlichen Blutdruckwerte — sowie deren Standardabweichung --- zu den drei Meßzeitpunkten	S. 17

L e b e n s l a u f

Am 23. Oktober 1944 wurde ich als 6. und letztes Kind des Zahnarztes Dr. Alois Wendling und seiner Ehefrau Clara, geb. Nüdling, in Geisa geboren. Dort hiel sich unsere Familie während des Krieges bei Verwandten auf. Nach dem Kriege kehrten wir nach Mainz zurück.

Von 1951 bis 1955 besuchte ich die Leibnizschule in Mainz. Ab Ostern 1955 war ich Schüler des Rabanus-Maurus-Gymnasiums in Mainz. Dort legte ich im Februar 1964 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1964 begann ich mein Medizinstudium in Fribourg (Schweiz). Vom Wintersemester 1964/65 an bis zum Staatsexamen im Juli 1970 war ich Student der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz.

Während meiner Medizinalassistentenzeit war ich 6 Monate am Institut für Anaesthesie und 4 Monate in der I. Medizinischen Klinik und Poliklinik der Universität Mainz tätig. Daran schloß sich die chirurgische Medizinalassistentenzeit am St. Vincenz- und Elisabeth-Hospital in Mainz an. Seit 30. November 1971 bin ich approbierter Arzt und Vollassistent desselben Krankenhauses.

Im Mai 1967 heiratete ich die Lehrerin Heidi Mohr. Wir haben zwei Kinder.

